

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DE 04 102357



REC'D 01 DEC 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 56 510.8

**Anmeldetag:** 03. Dezember 2003

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
70469 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Fahrdynamikregelung mit vorgezogenem  
Druckaufbau am zu regelnden Rad

**IPC:** B 60 T, B 62 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 03. Juni 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Wenner

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

5 24.11.2003

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

Beschreibung

10

Fahrdynamikregelung mit vorgezogenem Druckaufbau am zu  
regelnden Rad

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fahrdynamikregelung in kritischen Fahrsituationen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, sowie eine entsprechende Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

20

Fahrdynamikregelungen dienen dazu, den Fahrer in kritischen Fahrsituationen zu unterstützen und das Fahrzeug automatisch wieder zu stabilisieren. Bekannte Fahrdynamikregelungssysteme, wie z.B. ESP (elektronisches Stabilitätsprogramm) oder ROM (Roll-Over-Mitigation) bedienen sich dabei üblicherweise der Fahrzeugbremsen oder der Motorsteuerung als Stellglieder, um in den Fahrbetrieb einzugreifen. Andere Systeme nutzen z.B. auch ein aktives Feder/Dämpfer-System (Normalkraftverteilungssystem) oder eine aktive Lenkung.

25

35

40

Eine Fahrdynamikregelung, wie z.B. ESP, regelt meist die Giergeschwindigkeit des Fahrzeugs, d.h. die Drehung des Fahrzeugs um die Hochachse. Beim Übersteuern oder Schleudern eines Fahrzeugs ist die Giergeschwindigkeit höher als sie nach den Fahrervorgaben (Lenkradwinkel, Gaspedalstellung, Bremsbetätigung) sein sollte. Um das Fahrzeug zu stabilisieren, berechnet der Regelalgorithmus ein Ausgleichs-Giermoment, das durch Ansteuerung ausgewählter Radbremsen umgesetzt wird. Dabei gibt der Regelalgorithmus üblicherweise ein Bremsmoment in Form von Sollschlupf für einzelne Räder vor, der mit Hilfe eines Bremsschlupfreglers eingestellt wird.

5 Um bei Übersteuern ein geeignetes Ausgleichs-Giermoment einzustellen, eignet sich vor allem das kurvenäußere Rad. Dieses Rad hat einen zum Fahrzeugschwerpunkt günstigen Hebelarm und kann aufgrund einer typischen Fahrwerkauslegung auch eine hohe Kraft absetzen.

10

Fahrdynamikregelungssysteme mit einer Kippstabilisierungsfunktion, wie z.B. ROM, greifen mit Bremseingriffen ebenfalls typischerweise auf das kurvenäußere Vorderrad zu. Dieses Rad ist zumeist hoch belastet und trägt dadurch stark zum Aufbau einer hohen und eventuell kritischen Querbeschleunigung bei.

15

20

25

Bei hochdynamischen Manövern wie zum Beispiel Spurwechsel- oder Fishhook-Manöver gerät das Fahrzeug typischerweise beim ersten Gegenlenken in einen kritischen Fahrzustand. Hier kann einerseits eine hohe Querbeschleunigung auftreten, bei denen vor allem Fahrzeuge mit hohem Schwerpunkt in einen kippkritischen Bereich gelangen können. Andererseits kann es zu diesem Zeitpunkt auch zum starken Übersteuern kommen. Ein Bremsmomenteneingriff am kurvenäußeren Vorderrad hilft demnach bei hochdynamischen Manövern sowohl gegen das Kippen als auch gegen das Übersteuern.

35

Bekannte Fahrdynamikregelungen greifen i.d.R. dann in den Fahrbetrieb ein, wenn die Regelabweichung der Giergeschwindigkeit eine vorgegebene Anregelschwelle überschreitet. Bei Überschreiten der Anregelschwelle werden eine Stellanforderung an das hydraulische Bremssystem, bzw. eine Hydraulikpumpe des Bremssystems, ausgegeben und verschiedene Ventile eines Hydroaggregats vom Steuergerät angesteuert.

40

Aufgrund verschiedener verzögernder Ursachen, wie z.B. dem Hochlaufen der Hydraulikpumpe auf die Solldrehzahl oder dem Befüllen der Bremse mit Bremsflüssigkeit, etc., kann sich der Bremsdruck jedoch nur mit einem endlichen Gradienten

5 aufbauen, so dass das gewünschte Soll-Bremsmoment erst nach einer vorgegebenen, vom Bremssystem abhängigen Zeitdauer anliegt. Diese Verzögerungszeit kann dazu führen, dass Fahrzeuge, insbesondere bei hochdynamischen Manövern, ins Schleudern geraten und nicht ausreichend schnell stabilisiert  
10 werden können. Gerade bei Fahrzeugen mit hohem Schwerpunkt, wie z.B. Transportern oder SUVs (Sports Utility Vehicles) kann das verzögerte Ansprechverhalten des Bremssystems dazu führen, dass sehr hohe Querschleunigungen auftreten, die das Fahrzeug zum Umkippen bringen.

15 Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Fahrdynamikregelungssystem derart zu verbessern, dass Fahrzeuge in kritischen Fahrsituationen schneller stabilisiert und am Umkippen gehindert werden können.

20 Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung durch die im Patentanspruch 1 sowie im Patentanspruch 8 angegebenen Merkmale. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

25 Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht darin, das Bevorstehen eines automatischen Bremseingriffs an einem Rad schon vor dem Auslösen des eigentlichen Regeleingriffs zu erkennen und an diesem Rad einen geringen Vorbereitungs-  
30 Bremsdruck aufzubauen. Dadurch, dass bereits vor dem eigentlichen Regeleingriff der bevorstehende kritische Fahrzustand erkannt wird und an wenigstens einem Rad, an dem ein zukünftiger Regeleingriff erwartet wird, ein geringer Vorbereitungs-Bremsdruck aufgebaut wird, kann die  
35 Reaktionsgeschwindigkeit der angesprochenen Bremse wesentlich erhöht werden. Diese Maßnahme bewirkt somit, dass das Bremssystem schon „vorgespannt“ ist und hat den wesentlichen Vorteil, dass die Ansprechzeit des Bremssystems auf eine Stellanforderung wesentlich kürzer ist und folglich das  
40 Fahrzeug besser stabilisiert werden kann.

5 Das Bevorstehen einer kritischen Fahrsituation (in der ein  
Regeleingriff erfolgt) kann grundsätzlich aus allen  
Zustandsgrößen abgeleitet werden, aus denen sich allein oder  
in Kombination ein Hinweis auf einen bevorstehenden  
Regeleingriff ergibt. Eine kurz bevorstehende kritische  
10 Fahrsituation kann beispielsweise dadurch erkannt werden,  
dass die Giergeschwindigkeit stark zunimmt, d.h. der Gradient  
der Giergeschwindigkeit einen vorgegebenen Schwellenwert  
überschreitet und/oder die Regelabweichung der  
Giergeschwindigkeit einen vorgegebenen Schwellenwert  
15 überschreitet (der niedriger ist als die Anregelschwelle für  
den eigentlichen Stabilisierungseingriff). Ein kurz  
bevorstehender Regeleingriff kann auch durch Auswertung und  
Überwachung anderer charakteristischer Fahr-Zustandsgrößen,  
wie z.B. der Querbesehleunigung bzw. deren Änderung, der  
20 Lenkgeschwindigkeit, etc., erkannt werden.

Das erfindungsgemäße Aufbringen eines Vorbereitungs-  
Bremsdrucks findet vorzugsweise Anwendung bei hochdynamischen  
Spurwechselmanövern, wie z.B. bei sogenannten Fishhook-  
25 Manövern, RER-Manövern (Road Edge Recovery) oder dem  
sogenannten VDA-Test (Elchtest). Diese Manöver zeichnen sich  
dadurch aus, dass innerhalb kurzer Zeit ein erstes  
Lenkmanöver, mit dem das Fahrzeug aus der Spur ausgelenkt,  
und ein zweites Lenkmanöver, mit dem das Fahrzeug durch  
30 Gegenlenken wieder in die ursprüngliche Fahrtrichtung (jedoch  
seitlich versetzt) ausgerichtet wird, stattfinden. Dabei  
kommt es häufig nach dem zweiten Lenkmanöver zum Schleudern  
des Fahrzeugs. Es wird daher vorgeschlagen, vorzugsweise das  
während des ersten Lenkmanövers kurveninnere Vorderrad,  
35 vorzugsweise noch bevor die Lenkung die Ausgangsstellung  
(d.h. die Lenkradstellung, bevor das erste Lenkmanöver  
eingeleitet wurde) überschritten hat, mit Vorbereitungs-  
Bremsdruck zu beaufschlagen. Während des zweiten Lenkmanövers  
bildet das ursprünglich kurveninnere Vorderrad dann das  
40 kurvenäußere Vorderrad, an dem nun die eigentliche  
Schlupfregelung stattfindet.

5

Das vorbereitende Beaufschlagen der Bremse des kurveninneren Vorderrads hat den Nachteil, dass während des ersten Lenkmanövers ein zusätzliches übersteuerndes Giermoment auf das Fahrzeug wirkt. Es ist daher sinnvoll, den Vorbereitungs-  
10 Bremsdruck nur so stark bzw. schwach einzustellen, dass das Fahrverhalten nicht zu stark beeinträchtigt wird. Der wesentliche Vorteil dieser vorbereitenden Maßnahme besteht jedoch darin, dass das Fahrzeug nach dem zweiten Lenkmanöver wesentlich schneller wieder stabilisiert werden kann, da die  
15 Vorderradbremse bereits vorgespannt ist.

Bei einem hochdynamischen Spurwechselmanöver wird der Vorbereitungs-Bremsdruck vorzugsweise unter der Bedingung aufgebaut, dass die Querbeschleunigung des Fahrzeugs  
20 betragsmäßig groß ist und die Lenkgeschwindigkeit kleiner Null ist (d.h. eine Lenkbewegung in Richtung der Neutralstellung stattfindet) und einen vorgegebenen Schwellenwert unterschreitet. Die Lenkgeschwindigkeit ist hier als zeitliche Änderung des Lenkwinkels definiert, wobei  
25 sie negativ ist, wenn der Betrag des Lenkwinkels abnimmt, und positiv, falls der Betrag des Lenkwinkels zunimmt.

Dynamische Spurwechselmanöver zeichnen sich vor allem durch sehr schnelle, kurz aufeinanderfolgende Lenkmanöver aus und können somit z.B. dadurch erkannt werden, dass innerhalb  
30 einer vorgegebenen Zeit ein erstes Lenkmanöver, das bezüglich der Querdynamik des Fahrzeugs eine erste Bedingung erfüllt, und ein zweites Lenkmanöver in Gegenrichtung stattfindet, das eine zweite Bedingung erfüllt. Die zugehörigen  
35 Schwellenwerte, z.B. für die Querbeschleunigung, die Änderung der Querbeschleunigung oder die Lenkgeschwindigkeit, sind dabei vorzugsweise so gesetzt, dass zwischen einem Spurwechsel im Rahmen eines Überholmanövers und einem Spurwechsel aufgrund einer kritischen Fahrsituation  
40 unterschieden werden kann.

5 Die Funktion zum Aufbringen des Vorbereitungs-Bremsdrucks wird vorzugsweise deaktiviert, wenn eine vorgegebene Bedingung erfüllt ist, z.B. die Fahrdynamikregelung einen Bremseneingriff anfordert und den Bremsdruck an ausgewählten Rädern erhöht. Die Funktion kann z.B. auch deaktiviert  
10 werden, wenn über einen vorgegebenen Zeitraum nur langsame Lenkbewegungen stattfinden, d.h. der Betrag der Lenkgeschwindigkeit während einer vorgegebenen Zeit kleiner ist als ein vorgegebener Schwellenwert.

15 Eine weitere Ausschaltbedingung für den Vorbereitungs-Bremsdruck kann z.B. darin bestehen, dass der Vorbereitungs-Bremsdruck länger als eine vorgegebene Zeitdauer aufrecht erhalten wurde, ohne dass ein Regeleingriff der Fahrdynamikregelung erfolgt wäre.

20

Die Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Blockdarstellung eines bekannten  
25 Fahrdynamikregelungssystems;

Fig. 2 ein Flussdiagramm zur Darstellung der wesentlichen Verfahrensschritte zum Aufbau eines Vorbereitungs-Bremsdrucks;

Fig. 3 verschiedene Phasen während eines Spurwechselmanövers; und

Fig. 4 den Verlauf des Bremsdrucks an verschiedenen Rädern  
35 des Fahrzeugs während eines Spurwechselmanövers.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Fahrdynamikregelungssystems 1-5. Dieses umfasst eine Sensorik zur Aufnahme verschiedener Fahrzustandsgrößen, aus denen das Istverhalten des Fahrzeugs ermittelt wird. Sämtliche Sensoren  
40 des Systems sind dabei in einem Block 2 zusammengefasst.

5 Dieser umfasst z.B. einen Querschleunigungssensor,  
Raddrehzahlsensoren zur Fahrgeschwindigkeitsbestimmung, einen  
Lenkradsensor, einen Bremsdrucksensor etc.. Das Fahrdynamik-  
regelungssystem umfasst ferner ein Steuergerät 1, in dem  
10 vorliegenden Beispiel umfasst das Regelungssystem einen  
Algorithmus ESP 4 zur Giergeschwindigkeitsregelung und einen  
Algorithmus ROP 5 (Roll-Over-Protection), mit dem die  
maximale Querschleunigung des Fahrzeugs begrenzt wird, um  
ein Umkippen des Fahrzeugs zu verhindern.

15 In einer kritischen Fahrsituation, in der das Fahrzeug  
übersteuert oder um eine Längsachse zu kippen droht,  
berechnen die Regelalgorithmen 4 bzw. 5 ein Ausgleichs-  
Giermoment, um das Fahrzeug zu stabilisieren. Das  
20 erforderliche Ausgleichs-Giermoment wird mittels der  
Radbremsten 3 an ausgewählten Rädern ausgeübt, wobei eine  
Schlupfregelung durchgeführt wird,.

Zur Einstellung des vorgegebenen Soll-Bremsdrucks bzw. Soll-  
25 Bremsmoments steuert das Steuergerät 1 eine Hydraulikpumpe  
und verschiedene Ventile (nicht gezeigt) im Bremssystem 3 an.  
Um eine Verzögerung durch das Hochlaufen der Hydraulikpumpe  
und das Befüllen der Bremse mit Bremsflüssigkeit zu  
vermeiden, wird bereits vor dem eigentlichen Regeleingriff  
30 ein Vorbereitungs-Bremsdruck 22 (siehe Fig. 4) an derjenigen  
Radbremse ausgeübt, an der ein zukünftiger Regeleingriff  
erwartet wird. Durch diese Vorsteuermaßnahme ist das  
Bremssystem bereits „vorgespannt“ und kann im Regelfall  
wesentlich schneller reagieren und das gewünschte Soll-  
35 Bremsmoment einstellen.

Der Vorbereitungs-Bremsdruck ist vorzugsweise derart  
bemessen, dass das Fahrzeug durch den Vorbereitungs-  
Bremsdruck nicht maßgeblich in seinem Fahrverhalten  
40 beeinflusst wird. Der Vorbereitungs-Bremsdruck kann je nach  
Fahrzeugtyp z.B. Werte zwischen 20 und 50 bar annehmen.



5

10

Der Vorbereitungs-Bremsdruck kann beispielsweise in einer Kurvenfahrt, in der das Fahrzeug übersteuert, oder bei einem Spurwechselmanöver, wie z.B. einem Fishhook-Manöver, einem VDA-Test (Elchtest) oder einem RER-Manöver vorsorglich aufgebaut werden.

Das Aktivieren und Deaktivieren des Vorbereitungs-Bremsdrucks bei einem Spurwechselmanöver wird im Folgenden anhand von Fig. 2 beispielhaft näher erläutert.

15

20

25

Fig. 2 zeigt die wesentlichen Verfahrensschritte einer Fahrdynamikregelung mit vorgezogenem Druckaufbau an wenigstens einem ausgewählten Rad bei einem Spurwechselmanöver. Dynamische Spurwechselmanöver zeichnen sich durch zwei kurz aufeinanderfolgende Lenkbewegungen aus, mit denen das Fahrzeug in einem ersten Lenkmanöver zunächst aus der Spur ausgelenkt und dann mittels eines zweiten Lenkmanövers zurück in die ursprüngliche Fahrtrichtung ausgerichtet wird. Insbesondere nach dem zweiten Lenkmanöver kann es dabei zum Übersteuern und Schleudern des Fahrzeugs kommen.

30

Um eine solche Fahrsituation zu erkennen, wird in Schritt 10 zunächst überprüft, ob die Lenkgeschwindigkeit  $d\delta/dt$  größer Null ist und einen vorgegebenen Schwellenwert  $SW1$  überschreitet. Ist dies der Fall (J) deutet dies auf eine sehr schnelle, heftige Lenkbewegung hin, die sich von einem üblichen Überholmanöver unterscheidet.

35

40

In Schritt 11 wird dann überprüft, ob innerhalb einer vorgegebenen Zeit  $T$  ein weiteres Lenkmanöver in Gegenrichtung durchgeführt wird (Abfrage  $t < T$ ). Außerdem wird überprüft, ob das zweite Lenkmanöver vorgegebene Bedingungen bezüglich der Querdynamik des Fahrzeugs erfüllt. Eine dieser Bedingungen ist, dass die Querschleunigung  $a_y$  einen vorgegebenen Schwellenwert  $SW3$  überschreitet. Die andere Bedingung besteht darin, dass die Lenkgeschwindigkeit  $d\delta/dt$  kleiner Null ist

5 (d.h. eine Lenkbewegung in Richtung der Neutralstellung durchgeführt wird) und einen Schwellenwert SW2 unterschreitet.

10 Sofern das zweite Lenkmanöver innerhalb der vorgegebenen Zeit T stattfindet (Fall J) wird in Schritt 12 der Vorbereitungs-Bremsdruck an demjenigen Rad aufgebaut, an dem ein Regeleingriff der Fahrdynamikregelung erwartet wird. Dies ist in Fig 3 das linke Vorderrad 7. Falls die Aktivierungsbedingungen von Block 11 nicht erfüllt sind (N) endet die  
15 Prozedur.

Nach dem Aufbauen des Vorbereitungs-Bremsdrucks werden in Block 13 verschiedene Deaktivierungsbedingungen überprüft. Ist eine der Deaktivierungsbedingungen erfüllt, wird die  
20 Funktion wieder deaktiviert. Eine mögliche Deaktivierungsbedingung besteht darin, dass das ESP einen Regeleingriff anfordert und z.B. die Hydraulikpumpe entsprechend ansteuert. Sofern innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer T1 kein Regeleingriff erfolgt, wird der Vorbereitungs-Bremsdruck  
25 wieder abgebaut.

Ist eine der Ausschaltbedingungen von Block 13 erfüllt, wird in Block 14 die Vorbereitungs-Bremsfunktion zurückgesetzt. Die Prozedur ist damit beendet.

Fig. 3 zeigt verschiedene Phasen eines Fahrzeugs während eines Spurwechselmanövers. In der Phase A fährt das Fahrzeug 6 mit einer Geschwindigkeit  $v$  in Geradeausfahrt auf der rechten Fahrspur. Ausgehend von dieser Fahrsituation lenkt  
35 der Fahrer ruckartig nach links auf die andere Fahrspur. Dabei wird eine Regelschwelle des ROP- oder ESP-Algorithmus überschritten, so dass das Steuergerät 1 ein Ansteuersignal 20 (siehe Fig. 4) für die Radbremse des rechten Vorderrads 8 ausgibt. Wegen der Trägheit des Bremssystems baut sich der  
40 tatsächliche Bremsdruck (Signal 21; Fig. 4) erst nach einer systemimmanenten Verzögerungszeit auf.

5

Noch vor Erreichen des dargestellten Fahrzustands B beginnt der Fahrer gegenzulenken, wobei die in Block 12 genannten Auslösebedingungen bezüglich der Querb beschleunigung  $a_y$  und der Lenkgeschwindigkeit  $d\delta/dt$  erfüllt werden. Zum Zeitpunkt  $t_1$  (Fig. 4) wird daher am linken Vorderrad 7 ein Vorbereitungs-Bremsdruck 22 mit geringem Pegel aufgebaut.

10

15

20

25

Nach Überschreiten des Fahrzustands B steuert das Fahrzeug 6 in eine Rechtskurve, in der zum Zeitpunkt  $t_2$  die Regelschwelle der Fahrdynamikregelung (ROP oder ESP) überschritten wird und das Regelungssystem eine Druckaufbau-Anforderung 23 für die Radbremse des linken Vorderrades 7 ausgibt, um das Fahrzeug 6 zu stabilisieren. Da das Bremssystem 3 bereits vorgespannt ist, kann diese Anforderung innerhalb kürzester Zeit umgesetzt werden (siehe Druckverlauf 24). Ohne den vorsorglichen Druckaufbau am linken Vorderrad 7 wäre der geforderte Soll-Bremsdruck erst eine Zeit  $\Delta t$  verzögert an der linken vorderen Radbremse 7 angelegen (siehe Druckverlauf 25). Die Reaktionszeit des Fahrdynamikregelungssystems hat sich somit um eine Zeitspanne  $\Delta t$  verbessert. Dadurch kann ein Fahrzeug wesentlich früher abgefangen und stabilisiert werden, was insbesondere bei hochdynamischen Manövern die Fahrsicherheit wesentlich erhöht.

5 24.11.2003

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

## Bezugszeichenliste

10

1 Steuergerät

2 Sensorik

3 Bremssystem

4 ESP-Algorithmus

15 5 ROP-Algorithmus

6 Fahrzeug

7 Linkes Vorderrad

8 Rechtes Vorderrad

10-14 Verfahrensschritte

20 20 ROP- bzw. ESP-Druckvorgabe vorne rechts

21 Tatsächlicher Druckverlauf vorne rechts

22 Vorbereitungs-Bremsdruck vorne links

23 ROP- bzw. ESP-Druckvorgabe vorne links

24 Tatsächlicher Druckverlauf vorne links mit

25 Vorbereitungs-Bremsdruck

25 Tatsächlicher Druckverlauf vorne links ohne

Vorbereitungs-Bremsdruck

t0-t3 Zeitpunkte

A,B,C Fahrzustände

V Fahrzeuggeschwindigkeit

a<sub>y</sub> Querbeschleunigung

dδ/dt Lenkgeschwindigkeit

S Steuersignal

5 24.11.2003

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

Patentansprüche

10

1. Verfahren zum Stabilisieren eines Fahrzeugs (6) in kritischen Fahrsituationen, bei dem eine kritische Fahrsituation mittels einer Sensorik (2) erkannt wird und ein Regelalgorithmus (4,5) unter einer vorgegebenen Bedingung  
15 mittels eines Bremssystems (3) in den Fahrbetrieb des Fahrzeugs (6) eingreift, dadurch gekennzeichnet, dass an einer Radbremse eines Rades (7), an dem in Kürze ein Stabilisierungseingriff (23) erwartet wird, bereits vor dem Stabilisierungseingriff (23) ein Vorbereitungs-Bremsdruck  
20 (22) mit geringem Pegel aufgebaut wird.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugquerbeschleunigung ( $a_y$ ) und die Lenkgeschwindigkeit ( $d\delta/dt$ ) ermittelt und schwellenwertüberwacht werden  
und der Vorbereitungs-Bremsdruck (22) aufgebaut wird, wenn  
die Fahrzeugquerbeschleunigung ( $a_y$ ) einen vorgegebenen Schwellenwert (SW3) überschreitet und die Lenkgeschwindigkeit ( $d\delta/dt$ ) einen vorgegebenen Schwellenwert (SW2) unterschreitet.

30

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorbereitungs-Bremsdruck (22) während eines Spurwechselmanövers aufgebaut wird, bei dem innerhalb einer vorgegebenen Zeit (T) ein erstes Lenkmanöver und ein zweites  
35 Lenkmanöver in Gegenrichtung stattfinden, wenn bei dem zweiten Lenkmanöver die Querb beschleunigung ( $a_y$ ) größer ist als ein vorgegebener Schwellenwert (SW3) und die Lenkgeschwindigkeit einen Schwellenwert (SW2) unterschreitet.

40

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Lenkmanöver eine Querb beschleunigung ( $a_y$ ) und eine

5 Lenkgeschwindigkeit ( $d\delta/dt$ ) aufweisen, die jeweils einen vorgegebenen Schwellenwert (SW3, SW1) überschreiten.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktion zum Aufbau eines  
10 Vorbereitungs-Bremsdrucks (22) deaktiviert wird, wenn eine vorgegebene Deaktivierungsbedingung (14) erfüllt ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Deaktivierungsbedingung ein Signal (S) des  
15 Regelalgorithmus (4,5) ist, mit dem ein Bremseneingriff angefordert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Deaktivierungsbedingung darin besteht, dass die Änderung  
20 des Lenkwinkels ( $d\delta/dt$ ) über eine vorgegebene Zeit (T1) kleiner ist als ein vorgegebener Schwellenwert.

8. Fahrdynamikregelungssystem zum Stabilisieren eines Fahrzeugs (6) in kritischen Fahrsituationen, mit einem  
25 Steuergerät (1), in dem ein Fahrdynamikregelungsalgorithmus (4,5) hinterlegt ist, einer Sensorik (2) zum Aufnehmen verschiedener den Fahrzustand beschreibender Größen ( $a_y, d\delta/dt, v$ ), und einem Bremssystem (3) zum Durchführen eines Stabilisierungseingriffs, dadurch gekennzeichnet, dass das  
30 Steuergerät (1) eine Radbremse eines Rades (7), an dem in Kürze ein Stabilisierungseingriff (23) erwartet wird, bereits vor dem Stabilisierungseingriff (23) ansteuert und einen Vorbereitungs-Bremsdruck (22) mit geringem Pegel aufbaut.

5 24.11.2003

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

Zusammenfassung

10

Fahrdynamikregelung mit vorgezogenem Druckaufbau am zu  
regelnden Rad

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbessern der Funktionsfähigkeit einer Fahrdynamikregelung (1-5), die in kritischen Fahrsituationen durch automatischen Bremseneingriff an ausgewählten Rädern (7,8) in den Fahrbetrieb eingreift. Die Reaktionsgeschwindigkeit des Bremssystems 3 kann wesentlich erhöht werden, wenn bereits vor dem eigentlichen Regeleingriff der bevorstehende kritische Fahrzustand erkannt wird und an wenigstens einem Rad, an dem ein zukünftiger Regeleingriff erwartet wird, ein geringer Vorbereitungs-Bremsdruck (22) aufgebaut wird.

20

25 Fig. 1

1 / 3

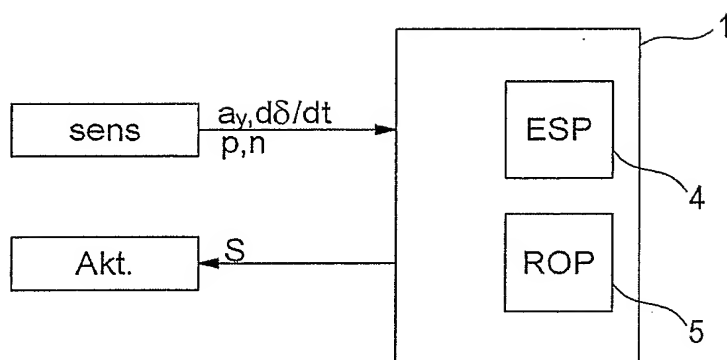


Fig. 1

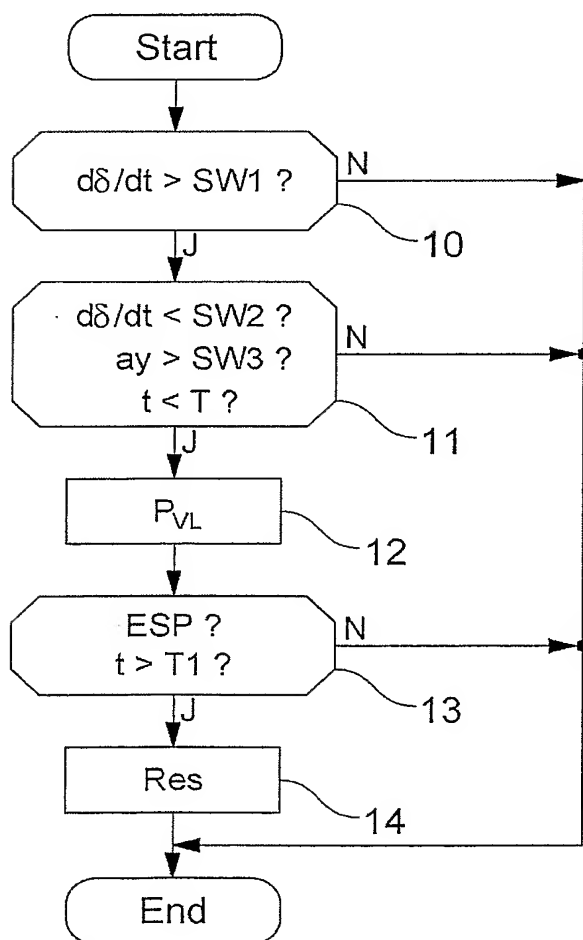


Fig. 2



2 / 3

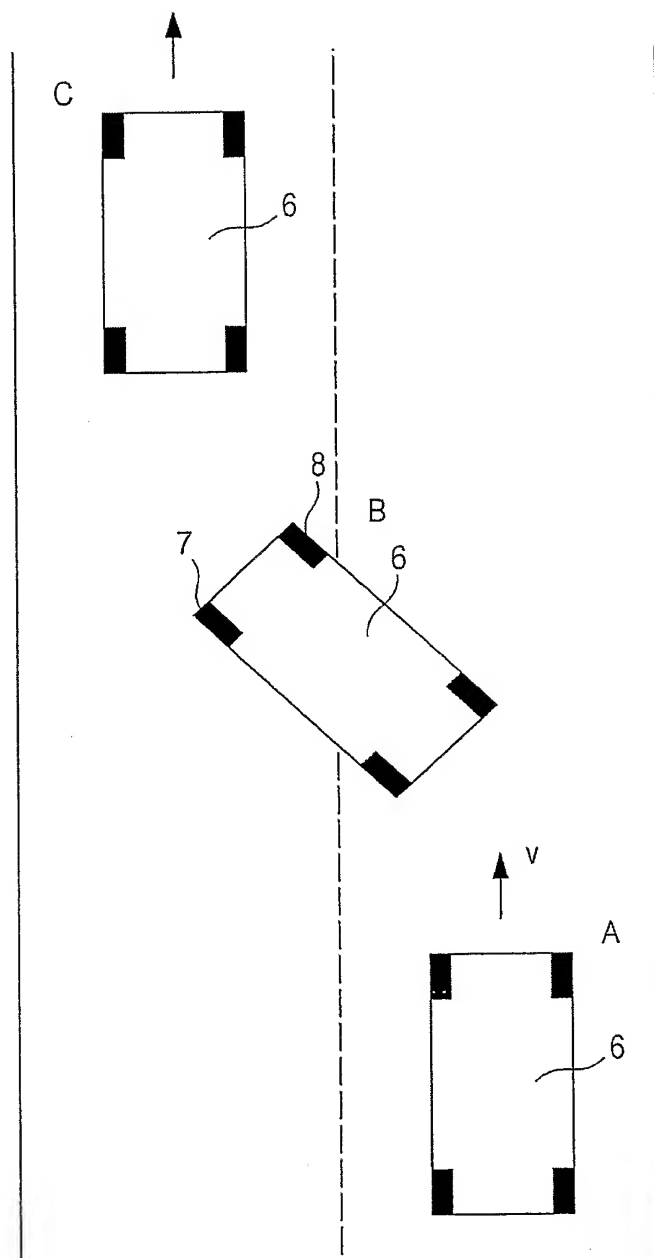


Fig. 3

3 / 3

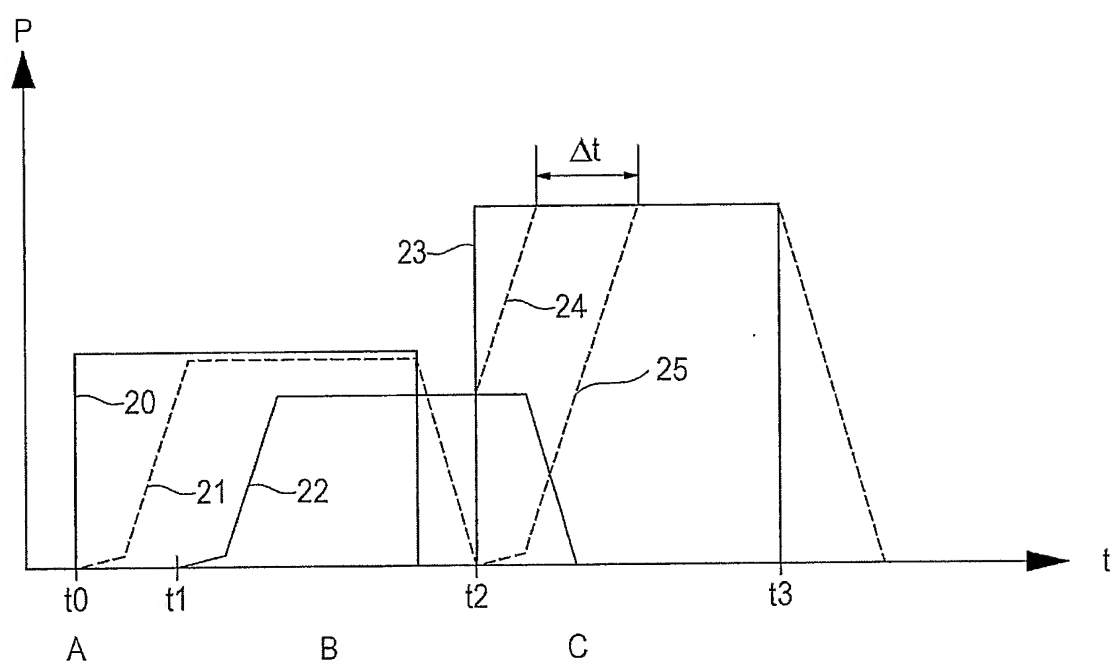


Fig. 4